

ПОВЫШЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ И КАЧЕСТВА РЕМОНТА КОРПУСОВ МАШИН ИЗ СТАЛИ 20ХГСФЛ

М.Р. Фаткуллин, аспирант гр. А-1554-16-01, А.М. Файрушин, доцент, к.т.н Уфимский государственный нефтяной технический университет,
450062, г. Уфа, , ул. Космонавтов, 1
Тел. 89279600015
E-mail: marat.fatkullin1@gmail.com

В настоящее время одной из наиболее важных проблем в развитии нефтяного машиностроения являются повышение работоспособности машин и аппаратов, а также экономия материальных, энергетических и трудовых ресурсов. При эксплуатации нефтегазопромыслового оборудования с течением времени часто происходит разрушение элементов по сварным соединениям вследствие воздействия температурных и силовых нагрузок, коррозии и других факторов.

Причину разрушений в сварных соединениях базовых деталей можно объяснить наличием в них структурной неоднородности и остаточных напряжений.

Одной из острых задач, касающихся повышения качества машин и агрегатов, является совершенствование технологии ремонта с применением электродуговой сварки. Электродуговая сварка на сегодняшний день является практически единственной применимой при ремонте нефтегазопромыслового оборудования, которые требуют сварочных операций. Высококонцентрированный источник тепловой энергии и различная деформационная способность деталей являются причиной возникновения значительных остаточных напряжений, которые приводят к искажению формы, потере прочности, снижению коррозионной стойкости металла, что негативно сказывается на работоспособности конструкции, что в конечном итоге может привести к появлению холодных трещин (рисунок 1).



Рис.1 Трещина в околошовной зоне сварного соединения корпуса насоса

Также одним из частых дефектов оборудования является выход из строя гидравлической части насосов. Сюда можно отнести трещины, промоины износы посадочных мест под седла клапанов, износ и промоины мест установки уплотнений (рисунок 2), что в свою очередь ведет к потере давления, утечкам.



Рис. 2. Места промоин на корпусе насоса

На текущий момент используется традиционная технология ремонта с помощью ручной дуговой сварки электродами типа УОНИ 13/55 с сопутствующим подогревом дефектного участка. Как показала практика, после ремонта гидрокоробки довольно быстро выходят из строя, трещины по зоне сплавления с основным металлом появлялись в первые месяцы после ремонта. Время работы отремонтированного узла составляет в среднем 300 - 400 часов.

В процессе сварки имеет место непрерывное охлаждение. С увеличением скорости охлаждения получаемая структура в зоне изотермического влияния охрупчивается, твёрдость её повышается. Если скорость охлаждения превышает критическую скорость, образование структур закалки неизбежно.

Закалённые структуры в сварных соединениях корпусов машин и аппаратов являются крайне нежелательными: отличаются высокой твёрдостью, хрупкостью, плохо обрабатываются, склонны к образованию трещин. Если скорость охлаждения ниже критической скорости, образование закалочных структур исключается. В зоне термического влияния наиболее желательными являются пластичные, хорошо обрабатываемые структуры типа перлита или сорбита. Поэтому получение качественных соединений непременно связано с достижением желаемых структур в основном регулированием скорости охлаждения.

Подогрев способствует перлитному превращению и является действенным средством исключения закалочных структур. Поэтому он служит в качестве предварительной термической обработки сварных соединений (нагрев до сварки и в процессе её). Меняя скорость охлаждения, можно получить желаемую твёрдость в зоне термического влияния.

Однако, существующая технология ремонта с подогревом ввиду сложности реализации не приводит к желаемому результату. В настоящее время существует огромное количество технологий сварки различных видов сталей, такие как: сварка без обработки, сварка с предварительным подогревом 250 °С, сварка с ультразвуковой обработкой (УЗО) в процессе и после сварки 25...27кГц, сварка с сопутствующим охлаждением, сварка с вибрационной обработкой 50 Гц, и как следствие, свойства сварного соединения различаются.

Использование вышеназванных технологий принималось исходя из следующих аргументов:

- в результате предварительного подогрева снижается уровень сварочных напряжений, улучшаются структура и свойства металла соединения (на сегодняшний день данная технология является общепринятой) [1];

- используя охлаждение во время сварки, мы имеем возможность измельчить зерно, повысить прочностные свойства и ударную вязкость в зоне термического влияния, уменьшить зону термического влияния;

- сварка с сопутствующей вибрационной обработкой позволяет: снижать уровень остаточных напряжений в металле сварного шва и зоне термического влияния; снижать неоднородность структуры металла шва и околошовной зоны; улучшать механические свойства металла шва; повышать выносливость материала сварного соединения; повышать коррозионную стойкость металла сварного соединения;

- ультразвуковая обработка оказывает комплексное воздействие на сварное соединение, снижая концентрации напряжений нагрузки в сварном соединении, создавая на обрабатываемой поверхности упрочняющий слой с повышенной сопротивляемостью к образованию трещин и т.д. [2].

Для того чтобы определить какая технология является наиболее предпочтительной, мы заваривали образцы по каждой из представленных технологии и провели ряд испытаний.

Испытание на растяжение проводилось на испытательной машине ИР 5113-100. Образцы изготавливались в соответствии с ГОСТ 6996.

С учетом того, что предел прочности основного металла стали 20ХГСФЛ не превышает 600 МПа, наиболее предпочтительной оказалась ультразвуковая обработка образцов. Ультразвуковая обработка позволяет повысить запас пластичности металла сварного шва в среднем на 12%, по сравнению с существующей технологией с предварительным подогревом. При этом предел прочности сварного шва соответственно снижается, однако при этом прочность сварного шва выше прочности основного металла.

Измерение твердости (по методу Виккерса) проводили с использованием видеомикроскопа «Axiovert - 100 A» с твердомерной приставкой «МНТ – 10» и системой анализа изображения «KS – 300». В процессе охлаждения в околошовной зоне сварного соединения образуется характерная мартенситная структура металла, пластичность стали снижается, образуется сложное напряженное состояние, обусловленное дополнительными сварочными напряжениями. Твердость шва и околошовной зоны увеличивается, что приводит к высокой вероятности образования холодных трещин.

Применение ультразвуковой обработки не позволяет снизить твердость, как в случае использования предварительного подогрева, и на первый взгляд ухудшает технологическую прочность шва. Однако мы видим в этом два положительных момента: чем тверже поверхность металла, тем выше её износостойкость к эрозионному разрушению; исключение операции подогрева позволяет снизить объем зоны термического влияния, в том числе и хрупкой прослойки, образовавшейся в результате перегрева металла.

Для определения уровня остаточных сварочных напряжений был проведен рентгеноструктурный анализ образцов, который выполнялся на рентгеновском дифрактометре ДРОН 4-07 с выводом дифракционных данных на персональный компьютер. Минимальный уровень остаточных напряжений в образце, выполненном с применением предварительного подогрева, составляет 163,2 МПа,

незначительно выше наблюдаются остаточные напряжения в образце с сопутствующей ультразвуковой обработкой – 186 МПа. В образцах, выполненных с применением вибрационной обработки, величина напряжений составляет 199,6 МПа. При остальных способах обработки величина внутренних напряжений превышает 200 МПа, что говорит о значительном уровне внутренних напряжений и высокой вероятности образования холодных трещин.

Опираясь на полученные данные, мы разрабатываем технологию сварки, которая заключается в комбинировании сопутствующего охлаждения и ультразвуковой обработки сварного шва.

Метод сопутствующего охлаждения находит применение с целью путём ускоренного охлаждения измельчить зерно, повысить прочностные свойства и ударную вязкость в зоне термического влияния. Сварное соединение в процессе сварки с обратной стороны дуги охлаждается водой или воздушной смесью, что способствует получению крутой ветви скорости охлаждения.

Ультразвуковая обработка для снятия остаточных механических напряжений относится к методу пластической деформации, но процесс проходит на ультразвуковой частоте. Ультразвуковая обработка проводилась технологическим комплексом «Шмель» (рисунок 3), который предназначен для упрочняющей обработки сварных соединений металлоконструкций методом поверхностного пластического деформирования материала на ультразвуковой частоте.



Рис.3. Технологический комплекс «Шмель»

Сущность данной технологии заключается в том, что происходит чередование ультразвуковой обработки и сопутствующего охлаждения (Рисунок 4). Первый шов (корневой) заваривается при помощи ручной дуговой сварки электродами типа УОНИ 13/55 с применением УЗО. Второй шов также заваривается при помощи РДС электродами типа УОНИ 13/55, но уже с сопутствующим охлаждением. Заварка последующих швов производится аналогично, путем чередования УЗО и охлаждения. Последний (облицовочный) шов заваривается при помощи РДС с применением УЗО.

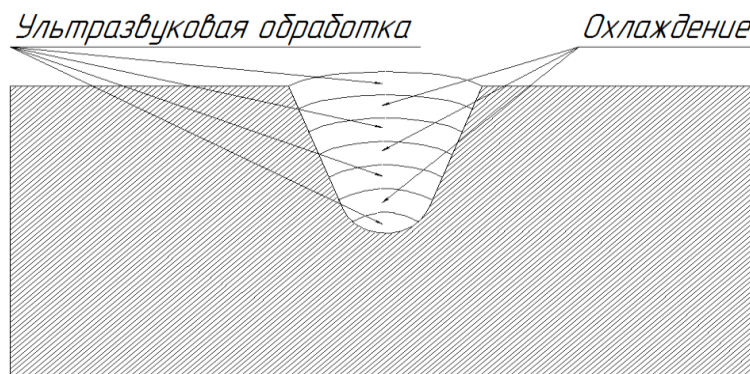


Рис. 4. Технология применения сопутствующего охлаждения и УЗО

Таким образом, разработанная нами технология сварки, которая заключается в комбинировании сопутствующего охлаждения и ультразвуковой обработки сварного шва позволяет значительно повысить производительность ремонтных работ, улучшить механические свойства сварного соединения и повысить коррозионную стойкость за счет снижения размера зоны термического влияния, снижения уровня сварочных напряжений в сварном шве, повышения прочностных свойств и ударной вязкости в зоне термического влияния.

Список литературы:

1. Лившиц Л.С., Хакимов А.Н. Металловедение сварки и термическая обработка сварных соединений: 2-е изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение, 1989. 336 с.
2. Эльдарханов А. С. Процессы кристаллизации в поле упругих волн. М.: СП Интербук, 1996. 256 с.

МЕТОДЫ УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА ПОВЕРХНОСТИ ИЗДЕЛИЙ, ПОЛУЧАЕМЫХ С ПОМОЩЬЮ ТЕХНОЛОГИИ 3D-ПЕЧАТИ

С.И. Курнашов, *студент гр. 2БМ74*

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,

634050, г. Томск, пр. Ленина, 30

Тел. 8-999-618-89-89

E-mail: kurnashov.sergey@gmail.com

Аннотация. Рассматриваются методы постпечатной обработки изделий, полученных методом послойного наплавления полимерного материала. Проведено сравнение микрогеометрии образцов, обработанных различными методами.

Ключевые слова: 3D-печать, послойное наплавление, постобработка, микрогеометрия.

FDM (Fused deposition modeling) или послойное наплавление — одна из самых популярных технологий 3D-печати. Изготовление изделий основано на последовательном нанесении слоев полимерного материала [1]. Основным фактором ухудшающим внешний вид и снижающим характеристики прочности готового изделия, является ребристость внешних поверхностей из-за достаточно